

10/505385

Rec'd PCT/PTO 20 AUG 2004

(12) NACH DEM VERTRÄG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. September 2003 (12.09.2003)

PCT

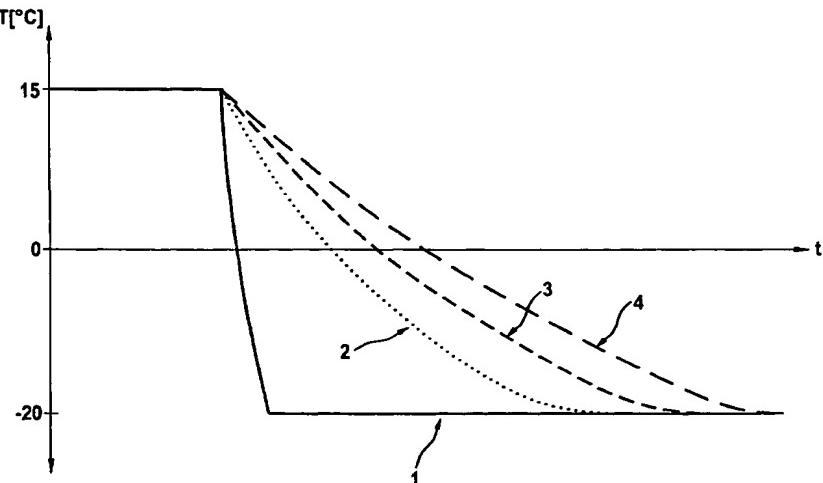
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/074299 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B60C 23/04,  
23/20 CONTINENTAL AG [DE/DE]; Vahrenwalder Str. 9,  
30165 Hannover (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/02064 (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FENNEL, Helmut [DE/DE]; Feldbergstr. 8, 65812 Bad Soden (DE).  
GRIEBER, Martin [DE/DE]; Akazienweg 8a, 65760 Eschborn (DE). KÖBE, Andreas [DE/DE]; Nibelungenstr. 26, 64625 Bensheim (DE). EDLING, Frank [DE/DE]; Seebachstr. 37, 65929 Frankfurt/M. (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 28. Februar 2003 (28.02.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt/M. (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): DE, JP, US.
- (30) Angaben zur Priorität: 102 08 816.0 1. März 2002 (01.03.2002) DE (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG [DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt/M. (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR COMPENSATING TEMPERATURE IN A TYRE PRESSURE MONITORING SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR TEMPERATURKOMPENSATION IN EINEM REIFENDRUCKÜBERWACHUNGSSYSTEM



WO 03/074299 A1

(57) Abstract: Disclosed is a method for compensating temperature in a tyre pressure monitoring system wherein tyre pressure and/or a loss of tyre pressure is detected. The method is especially characterised in that the temperature is compensated by determining the gas temperature in the tyre by means of at least two items of temperature information and by taking the determined gas temperature as a basis for said tyre monitoring. One significant advantage of the inventive method is that externally active temperature changes, such as a heat-emitting brake disk, whereby the wheel rim of the tyre and a temperature sensor arranged therein is heated more intensely than the gas in the tyre, do not lead to an indication error with respect to the tyre pressure (or a warning error).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

**(57) Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren zur Temperaturkompensation in einem System zur Reifendrucküberwachung beschrieben, die insbesondere durch Erkennung eines Reifendrucks und/oder durch Erkennung eines Reifendruckverlustes vorgenommen wird. Das Verfahren zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass die Temperaturkompensation durch Ermittlung der Gastemperatur in dem Reifen anhand von mindestens zwei Temperaturinformationen erfolgt und die ermittelte Gastemperatur der Reifendrucküberwachung zugrunde gelegt wird. Ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass von aussen einwirkende Temperaturänderungen, zum Beispiel in Form einer Wärme-abstrahlenden Bremsscheibe, durch die die Reifenfelge und damit auch ein dort angeordneter Temperatursensor stärker erwärmt wird, als das Gas in dem Reifen, nicht zu einer Fehlanzeige des Reifendrucks (bzw. einer Fehlwarnung) führt.

## **Verfahren zur Temperaturkompensation in einem Reifendrucküberwachungssystem**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Temperaturkompensation in einem System zur Reifendrucküberwachung, die insbesondere durch Erkennung eines Reifendrucks und/oder durch Erkennung eines Reifendruckverlustes vorgenommen wird.

Es sind bereits Systeme zur Reifendruckerkennung bekannt, bei denen der Reifendruck auf Basis von Reifendruckmeßmodulen ermittelt wird, die den Reifendruck messen und einen entsprechenden Meßwert zu einem im Fahrzeug installierten Empfänger aussenden (auch TPMS, d. h. "Tire Pressure Monitoring System" genannt). Ein solches Modul kann beispielsweise in Ventilnähe in der Felge montiert oder mit dem Ventil baulich vereinigt werden. Ein bekanntes, auf der Druckmessung beruhendes System benutzt in jedem Rad ein mitdrehendes Radmodul, welches in das Ventil integriert ist und den Reifendruck sowie die Reifentemperatur mittels entsprechender Sensoren mißt. Diese Daten werden drahtlos zu einem im Fahrzeug installierten Empfänger übertragen und in einer elektronischen Auswerteeinrichtung verarbeitet. Die empfangenen und verarbeiteten Meßwerte werden entweder zur Anzeige eines Druckwertes oder zur Erzeugung von Warnsignalen bei Unterschreiten von vorgegebenen Reifendruck-Schwellwerten, d. h. bei Erkennen eines Reifendruckverlustes genutzt.

Bei der Anwendung eines direkt messenden Systems wie TPMS besteht der Bedarf, einen Reifendruckwert anzuzeigen, der unabhängig von den Umgebungsbedingungen, insbesondere der Temperatur ist. Es wird nämlich i. a. als unangenehm empfunden, wenn ein im Armaturenbrett angezeigter Druckwert übermäßig schwankt, obwohl sich z. B. nur die Fahrbedingung oder die Außentemperatur geändert hat.

- 2 -

Aus der US-PS 4,909,074 ist ein Verfahren zum Erfassen, Auswerten und Anzeigen des Wertes eines Reifendrucks bekannt, wobei ein Informationssignal, das einen erfassten Druck darstellt, mit einer Mehrzahl von spezifisch wählbaren, gewünschten Wertekurven verglichen wird. Diese Wertekurven stellen Druckbereiche für jeweils bestimmte Werte der Umgebungstemperatur und der inneren Reifentemperaturen (sowie ggf. des Umgebungsdrucks) mit jeweils davon abhängigen, bestimmten Toleranzbereichen dar. Wenn sich durch den Vergleich ergibt, dass der tatsächliche Reifenluftdruck außerhalb des Toleranzbereiches liegt, wird ein entsprechendes Signal erzeugt. Weiterhin kann das Informationssignal mit einem gewünschten Reifenluftdruck verglichen werden, der einer vorbestimmten maximalen Geschwindigkeit zugeordnet ist. In Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs kann dann eine maximale sichere Geschwindigkeit ausgegeben werden.

Bei diesem Verfahren wird somit zwar die Umgebungstemperatur bei der Erfassung, Auswertung und Anzeige eines Reifendrucks bzw. dessen zulässigen Wertes berücksichtigt. Jedoch besteht auch bei diesem Verfahren, ebenso wie bei dem eingangs genannten TPMS-Verfahren, weiterhin das Problem, dass die Temperatur, die auf an sich bekannte Weise sensorisch z. B. im Ventil gemessen wird, im wesentlichen die Felgentemperatur und nicht (unbedingt) die tatsächliche Temperatur des Gases in dem Reifen ist.

Die Felgentemperatur entspricht nämlich vor allem bei relativ schnellen Temperaturschwankungen nicht der Temperatur des Gases in dem Reifen. Zum Beispiel kann es sein, dass

- 3 -

sich die Bremsscheibe des Kraftfahrzeugs und als Folge davon auch die Felge relativ schnell erwärmt, wodurch es zu einem Temperaturgradienten zwischen Reifen und Felge kommt und die Gastemperatur zunächst wesentlich niedriger liegt, als sie durch das Sensorsignal angezeigt wird.

Des weiteren kann es vorkommen, dass sich die Außentemperatur plötzlich und stark ändert (Kraftfahrzeug wird beispielsweise aus einer Garage herausgefahren). Diese Änderung kann auf Grund unterschiedlicher Wärmeleitungen und unterschiedlicher spezifischer Wärme der Materialien und der damit verbundenen wesentlich schnelleren Änderung der Temperatur der Felge im Vergleich zu den aufgezogenen Reifen ebenfalls zu den besagten unerwünschten Temperaturgradienten bzw. zu Fehlmessungen der Gastemperatur führen.

Weiterhin sind Verfahren zur Reifendruckverlusterkennung bekannt, die ohne Drucksensoren arbeiten, wie z. B. das System DDS (Deflation Detection System), der Fa. Continental Teves, Frankfurt am Main. Bei diesen Systemen wird eine durch eine Druckänderung verursachte Veränderung des Abrollumfangs des Reifens erfasst und ausgewertet. Ebenso wie bei den oben genannten Systemen kann auch bei diesen oder anderen Systemen der Wunsch bestehen, einerseits einen von der Gastemperatur in dem Reifen unabhängigen Druckwert anzulegen, und andererseits das Problem bestehen, dass ein zur Erfassung und Kompensation dieser Temperatur verwendeter Sensor aufgrund von äußeren Einflüssen wie zum Beispiel einer heißen Bremsscheibe, nicht die tatsächliche Gastemperatur in dem Reifen, sondern eine höhere (oder unter anderen Einflüssen ggf. auch eine niedrigere) Temperatur anzeigt, so dass die Temperatur-

- 4 -

kompensation fehlerhaft vorgenommen wird.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Temperaturkompensation in einem System zur Reifendrucküberwachung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem auf relativ einfache Weise ein temperaturkompensierter Gasdruck in einem Reifen mit relativ hoher Genauigkeit auch bei äußeren Temperaturschwankungen ermittelt und ggf. zusätzlich ein entsprechend temperaturbereinigter Wert für den Reifendruck zur Anzeige gebracht werden kann.

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß Anspruch 1 mit einem eingangs genannten Verfahren, das sich dadurch auszeichnet, dass die Temperaturkompensation durch Ermittlung der Gastemperatur in dem Reifen anhand von mindestens zwei Temperaturinformationen erfolgt und die ermittelte Gastemperatur der Reifendrucküberwachung zugrunde gelegt wird.

Ein Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass auch die Gefahr eines Fehlalarms aufgrund eines vermeindlich zu hohen oder zu niedrigen Reifendrucks bzw. eines Reifenschadens zumindest wesentlich vermindert werden kann.

Ein weiterer Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass die Temperaturinformationen auch anhand eines berechneten Temperaturmodells ermittelt werden können, so dass keine Temperatursensoren erforderlich sind.

Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens zum Inhalt.

- 5 -

Bekanntlich ist der gemessene Druck eines realen Gases gemäß der Boltzmann-Gleichung

$$P * V = n * k * T, \quad (1)$$

mit  $P$  = Druck,  $V$  = Volumen,  $n$  = Anzahl der Teilchen,  $k$  = Boltzmann Konstante und  $T$  = Temperatur, auch von der Temperatur abhängig, bei der der Druck gemessen wurde. Entsprechende Gleichungen lassen sich für reale Gase, wie etwa Luft, aufstellen.

Unter einem Gas gemäß der begrifflichen Definition nach der Erfindung wird unter anderem Luft verstanden.

Aufgelöst nach dem Druck ergibt sich folgende Gleichung:

$$P = (n * k * T) / V. \quad (2)$$

Unter der Annahme, dass  $n$  und  $V$  konstant sind, ist der Druck  $P$  proportional zur Temperatur  $T$ .

Die Temperaturbestimmung erfolgt direkt mittels physikalisch vorhandener Temperatursensoren und/oder über Temperaturgrößen, welche aus anderen im Kraftfahrzeug vorhandenen Kenngrößen abgeleitet sind. Bei diesen Kenngrößen handelt es sich vorzugsweise um Größen, welche den Fahrzustand beschreiben und welche besonders bevorzugt in einem elektronischen Bremsensteuergerät mit ABS und/oder ESP ohnehin zur Verfügung stehen. Aus den Fahrzustandsgrößen lässt sich dann der Reifenzustand ermitteln, welcher Hinweise über die Temperatur des Reifens liefert. Die Fahrzustandsgrößen werden

- 6 -

bevorzugt teilweise oder ganz aus Sensorinformationen (z. B. Raddrehzahl, Gierrate, Querbeschleunigung, Bremsenbetätigung usw.) ermittelt.

Folgende sensorisch bestimmte Temperaturinformationen können erfindungsgemäß bevorzugt einzeln oder in Kombination miteinander ausgewertet werden. Dabei ist es auch möglich, zwei oder mehr Temperaturinformationen dadurch zu ermitteln, dass die gleiche Temperaturinformation mit zeitlichen Abständen wiederholt oder mehrfach herangezogen wird:

- Temperaturfühler von Reifendrucksensoren, welche bei spielsweise auf der Felge montiert sind,
- Außentemperatursensor/-en
- Temperatursensor/-en eines elektronischen Steuergerätes, insbesondere eines Bremsensteuergerätes und
- Bremsscheibentemperatursensor/-en.

Neben den vorstehend genannten physikalischen Temperatursensoren können auch rechnerisch zu ermittelnde Temperaturinformationen verwendet werden. Diese Temperaturinformationen lassen sich, wie oben beschrieben, aus Fahrdynamikgrößen ableiten und werden nachfolgend als "virtuelle Temperatur" bezeichnet.

Folgende virtuelle Temperaturen können erfindungsgemäß wiederum bevorzugt einzeln oder in Kombination miteinander herangezogen werden:

- virtuelle Temperatur der Bremsscheibe und
- virtuelle Temperatur des Reifens.

- 7 -

Die auf diese Weise ermittelte bzw. abgeschätzte Gastemperatur wird bevorzugt in einem erfindungsgemäßen Verfahren genutzt.

Folgende Formel wird zur Berechnung des Drucks, z.B. für eine im Armaturenbrett angeordnete Druckanzeige (Display) oder zum Erkennen der Unterschreitung eines kritischen Grenzdrucks zugrundegelegt:

$$\Delta P = \Delta P_{T0} + \Delta P_k, \quad (3)$$

$$\text{mit } \Delta P_{T0} = n * k * ((T_{\text{mess}} - T_0) / V) \quad (4)$$

$$\text{und } \Delta P_k = n * k * \Delta T_k / V. \quad (5)$$

wobei  $\Delta T_k$  eine auf die weiter unten noch beschriebene Weise zu ermittelnde Korrekturtemperatur ist, mit der die aktuelle, insbesondere über den Reifendrucksensor, bestimmte Temperatur Temperatur  $T_{\text{mess}}$  korrigiert werden muß.

#### A: Ermittlung der konstanten Anteile der Berechnungsformel

Um die oben erwähnte Umrechnung des ermittelten Drucks in einen anzuzeigenden Druck durchführen zu können, wird zunächst nach dem Verfahren der Erfindung die Konstante  $C = n * k / V$  bevorzugt durch Interpolation der Kurve  $P_{\text{mess}}(T_{\text{mess}})$  ermittelt.

Die Interpolation erfolgt besonders bevorzugt durch Messung von zwei oder mehreren Druck- und Temperatur-Wertepaaren  $P_i$ ,

- 8 -

$T_i$ , welche insbesondere gemäß dem Verfahren der linearen Regression durch eine Gerade  $P_{\text{mess}} = C * T_{\text{mess}}$  angenähert werden. Ganz besonders bevorzugt wird der Wert der Konstanten C in einem Speicher eines elektronischen Steuergerätes permanent gespeichert, so dass dieser auch nach Zündungsneustart zur Verfügung steht. Insbesondere wird die Genauigkeit der Interpolation nach und nach durch ständiges Hinzufügen neuer  $P_{\text{mess},i}$ ,  $T_{\text{mess},i}$  - Wertepaare erhöht. Hierdurch kann vorteilhaftweise die Genauigkeit der Interpolation im Laufe der Zeit immer weiter erhöht werden.

#### B: Kompensation der ermittelten Reifentemperatur

Es wird bei einer Anzeige des Reifendrucks z. B. im Armaturenbrett mit Hilfe der ermittelten Gastemperatur auf eine Referenztemperatur  $T_0$  (z. B. Raumtemperatur, 20 °C) umgerechnet und dieser umgerechnete Wert als aktueller Reifendruckwert bezogen auf die Temperatur  $T_0$  angezeigt. Selbstverständlich kann alternativ auch ein Korrekturdruck  $\Delta P_{T_0}$  berechnet werden.

#### C: Korrektur der Temperatur

Stimmt die Temperatur des Temperatursensors, welcher zur Druckbestimmung herangezogen wird (z. B. Temperatursensor des TPMS-Radmoduls), nicht mit der Gastemperatur überein, muß diese korrigiert werden.

#### C1: Korrektur des Reifendrucktemperaturmeßwertes auf Basis der Erkennung einer Dynamik im Temperaturmeßwert

- 9 -

Bevorzugt wird daher das zeitliche Verhalten der Temperaturinformation eines Sensors und/oder eine bzw. mehrere der oben genannten virtuellen Temperaturen betrachtet. Wird eine Änderung der so erhaltenen Temperaturinformation festgestellt, wird vorzugsweise durch Betrachtung der zeitlichen Änderung des Verlaufs der Temperatur die voraussichtliche Endtemperatur abgeschätzt. Diese Abschätzung lässt sich besonders bevorzugt durch Interpolation mittels einer Exponentialfunktion durchführen. Auf diese Weise kann beispielsweise ein zu erwartender Temperaturendwert  $\Delta T_0$  berechnet werden. Sind beispielsweise lediglich zwei Temperaturwerte bekannt, kann bereits eine Exponentialfunktion ermittelt werden.

Die vorzunehmende Korrektur ergibt sich dann zu:

$$\Delta T_k = \Delta T_0 * \exp (-a * t). \quad (6)$$

Der Korrekturwert wird zweckmässigerweise zeitabhängig gemäß dieser Formel reduziert, so dass sich der gemessene Druckwert dem angezeigten Druckwert immer mehr annähert.

C2: Korrektur der Temperaturmeßwerte unter Verwendung zusätzlicher Temperaturinformationen

Das zeitliche Verhalten der Temperaturinformationen kann insbesondere von einem Reifendrucksensor, einem Außentemperatursensor oder einem virtuellen Sensor ermittelt werden.

- 10 -

Bei einem Reifendrucksensor und einem Außentemperatursensor können die gemessenen Temperaturwerte direkt zur Ermittlung der Exponentialfunktion verwendet werden.

C2.1: Korrektur des Reifentemperaturwertes mittels der Bremsscheibentemperatur

Wird die Information eines Bremsscheibentemperatursensors ausgewertet, erhält man eine Information über die Erwärmung der Reifenluft, welche durch die Abstrahlung der Bremsscheibe hervorgerufen wird. Vorzugsweise wird die von der Bremsscheibe auf den Reifen übertragene Wärmemenge aus der Differenz der Bremsscheibentemperatur und der Reifentemperatur mit Hilfe einer zum Beispiel experimentell zu ermittelnden Proportionalitätskonstante abgeschätzt. Die so ermittelte Kompensationstemperatur  $T_k$  wird als die Differenz zwischen alter Temperatur und neuer Temperatur angenommen. Deren zeitlicher Verlauf wird mit einer zu ermittelnden Exponentialfunktion, wie in Fig. 2 dargestellt, bestimmt. Hierdurch wird ein zeitabhängiger Verlauf von  $T_k$  erhalten. Im zeitlichen Verlauf der Funktion nähert sich die Korrekturtemperatur immer mehr einem konstanten Wert  $\Delta T_{k0}$  an. Der Wert von  $\Delta T_{k0}$  lässt sich experimentell ermitteln und im System speichern.

C2.2 Korrektur des Reifentemperaturwertes durch Berechnung der Temperatur des Reifens aus fahrdynamischen Größen (virtuelle Temperatur)

Die Berechnung der virtuellen Reifentemperatur erfolgt vorzugsweise durch Verwendung von Fahrzustandsgrößen, welche in

- 11 -

einem Steuergerät eines elektronischen Bremssystems ohnehin zur Verfügung stehen, wie z. B. Radmoment  $M$ , Längsbeschleunigung  $a_{\text{längs}}$ , oder der Querbeschleunigung  $a_{\text{quer}}$ . Besonders bevorzugt wird aus dem Fahrzustand der aktuelle Reifenzustand bestimmt. Die Berechnung kann durch nachfolgende Formel ausgedrückt werden:

$$T_{\text{Reifen},i} = f(\text{Fahrdynamikgrößen}), \quad (7)$$

wobei  $f$  eine mathematische Funktion ist und  $i$  eine der Reifenpositionen im Fahrzeug spezifiziert.

Die Reifentemperatur wird insbesondere als die Summe aus einzelnen Temperaturgliedern angesehen, welche auf die Reifentemperatur Einfluß haben. Diese einzelnen "Reifentemperaturanteile" werden wie folgt über die Zeit aufsummiert:

$$T_{\text{Reifen},i} = \sum^{\text{Zeit}} \Delta T_{\text{Reifen}} \quad (8)$$

Die Berechnung erfolgt bevorzugt für jeden Reifen  $i$  getrennt. Ein Beispiel für eine Berechnungsformel ist nachfolgend angegeben:

$$\begin{aligned} \Delta T_{\text{Reifen}} = & \alpha * M * \Delta t + \\ & \beta * a_{\text{längs}} * \Delta t + \\ & \gamma * a_{\text{quer}} * \Delta t - \\ & \delta * (T_{\text{Reifen}} - T_{\text{Umgebung}}) * k_1 * \Delta t, \end{aligned} \quad (9)$$

wobei

- 12 -

- $k_1$  der Wärmeübergangskoeffizient zwischen Reifen und Umgebung ist,
- $\Delta t$  ein Zeitintervall, z. B. die Loopdauer des elektronischen Bremsenreglers ist,
- $T_{Umgebung}$  die Temperatur gemessen an einem Außentemperatursensor ist, und
- $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  Proportionalitätsfaktoren sind, welche sich zum Beispiel experimentell ermitteln lassen und den jeweiligen Einfluß der physikalischen Größe auf die Reifentemperatur wiedergeben.

Die experimentell ermittelbaren Größen können dann als reifenunabhängig angesehen werden, wenn die erfundungsgemäß durchzuführende Temperatur- bzw. Druckkorrektur mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet als ausreichend angesehen werden soll. Wird eine besonders hohe Übereinstimmung zwischen der geschätzten Reifenlufttemperatur und der tatsächlichen Reifenlufttemperatur gewünscht, kann es sinnvoll und zweckmäßig sein, die obigen Proportionalitätskonstanten in Abhängigkeit von dem Reifentyp zu variieren.

#### Zeitabhängige Betrachtungen

Wenn die Konstante C und die Korrekturtemperatur  $\Delta T_k$  gemäß obigen Verfahren ermittelt wurde, wird eine Korrektur des gemessenen Reifendruckwertes vorgenommen.

Der Differenzdruck  $| \Delta P |$  wird jeweils um den Teil  $| \Delta P_k |$  erhöht, welcher durch einen angenommenen Temperaturfehler

- 13 -

(gemessene Temperatur zu Reifenlufttemperatur) verursacht sein könnte.

Die Druckdifferenz  $\Delta P_k$  beträgt:

$$|\Delta P_k| = C * |\Delta T_k| * \exp(-a * t). \quad (10)$$

Dieser Wert wird exponentiell mit der Zeit  $t$  reduziert.

Ein entsprechender (zusätzlicher) Korrekturterm ergibt sich durch Berücksichtigung der am Außentemperatursensor gemessenen Temperatur wie folgt:

$\Delta P$  wird zusätzlich um den Teil  $\Delta P_k$  erhöht, der über das Signal des Außentemperatursensors abgeschätzt wurde:

$$|\Delta P_k| = C * |\Delta T| \quad (11)$$

Dabei wird  $|\Delta T|$  nach unten abgeschätzt zu  $\Delta(T_{\text{außen}} - T_{\text{Reifensensor}})$ .

$|\Delta T|$  wird nach oben abgeschätzt zu  $\text{MAX}_i (T_{\text{außen},i} - T_{\text{Reifensensor},i}) * \exp(-a * t)$ , wobei  $i$  über alle Reifen des Fahrzeugs gezählt wird.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von zwei Fallbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, erläutert werden. Es zeigt:

- 14 -

- Fig. 1 eine schematische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der ermittelten Temperaturen bei einem sprunghaften Wechsel der Außentemperatur und
- Fig. 2 eine schematische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der ermittelten Temperaturen bei einer Erwärmung des Reifens durch eine erhitzte Brems scheibe.

In Figur 1 stellt Kurve 1 den Verlauf der Außentemperatur dar, welche mit einem Sensor gemessen wurde. Kurve 1 springt von ca. + 15° C auf eine niedrigere Temperatur von etwa - 20 °C. Ein solcher Sprung kann zum Beispiel dann auftreten, wenn ein Kraftfahrzeug im Winter aus der Garage herausgefahren wird. Kurve 2 gibt den Verlauf der Felgentemperatur wieder (Temperatursignal des Drucksensors). Die Kurve 3, die das Signal eines im Motorraum angeordneten Temperatursensors einer elektronischen Bremsanlage zeigt, hat einen gegenüber Kurve 2 abgeflachten Verlauf. Dieser Temperatursensor ist vorzugsweise in dem Steuergerät eines elektronischen Bremsgerätes (z. B. ECU) angeordnet. Die Temperatur des Reifens, die durch Kurve 4 wiedergegeben wird, ändert sich gegenüber den Kurven 1 bis 3 vergleichsweise langsam. Allen Kurven 2 bis 4 ist gemeinsam, dass sie näherungsweise entsprechend einer Exponentialfunktion verlaufen.

Aus dem Verlauf von Kurve 2 kann der Endwert für die Felgentemperatur schätzungsweise berechnet werden. Aus dem Endwert kann dann unter der Voraussetzung, dass auch die exp-Funktionskonstante des Reifens bekannt ist, der Zeitpunkt und die Endtemperatur des Reifens, bei dem/der ein vollstän-

- 15 -

diger Temperaturausgleich angenommen werden kann, abgeschätzt werden.

Im Unterschied zu Figur 1 gibt Figur 2 den Temperaturverlauf von Sensorinformationen wieder, wenn die Reifentemperatur auf Grund einer Erhitzung durch die Bremsscheibe erhöht wird, was z. B. bei einer längeren Bergabfahrt oder bei andauerndem Bremseneingriff einer Antriebsschlupfregelung auftreten kann.

Die Bremsscheibentemperatur wird durch Kurve 5 wiedergegeben und steigt zunächst stetig an. Diese kann entweder über einen Sensor bestimmt werden oder aber gemäß dem weiter oben beschriebenen Temperaturmodell rechnerisch aus den fahrdynamischen Größen bestimmt werden. Die mit einem Reifentemperatursensor erfasste Temperatur zeigt Kurve 4. Diese steigt langsamer an, als die Temperatur der Bremsscheibe. Die Temperatur der Reifenluft gibt schließlich Kurve 6 wieder. Diese steigt wiederum langsamer an, als die mit dem Reifentemperatursensor 4 erfasste Temperatur und somit noch langsamer als die Temperatur der Bremsscheibe.

In Figur 2 ist auch zu erkennen, dass sich die Korrekturtemperatur  $\Delta T_k$  nach Ablauf einer Zeitspanne A, nach der sich die Bremsscheibentemperatur nicht mehr wesentlich weiter erhöht, einem konstanten Wert  $\Delta T_{k0}$  annähert. Während dieser Zeitspanne A wird die Berechnung der Korrekturtemperatur bzw. die Kompensation der Temperatur vorzugsweise ausgesetzt bzw. unterbrochen.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Temperaturkompensation in einem System zur Reifendrucküberwachung insbesondere durch Erkennung eines Reifendrucks und/oder durch Erkennung eines Reifendruckverlustes,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperaturkompensation durch Ermittlung der Gastemperatur in dem Reifen anhand von mindestens zwei Temperaturinformationen erfolgt und die ermittelte Gastemperatur der Reifendrucküberwachung zugrunde gelegt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer Temperaturinformation ein Temperatursensor an oder in der Felge des Reifens zugrunde gelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer Temperaturinformation ein Temperatursensor an einer Bremsscheibe zugrunde gelegt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer Temperaturinformation ein Temperatursensor in dem Motorraum des Fahrzeugs zugrunde gelegt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer Temperaturinformation ein Sensor für eine Außen- oder Umgebungstempera-

- 17 -

tur des Reifens zugrunde gelegt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer Temperaturin-  
formation ein berechnetes Temperaturmodell zugrunde gelegt  
wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass das Temperaturmodell ein Tempe-  
raturmodell des Reifens ist.

8. Verfahren nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass das Temperaturmodell ein Tempe-  
raturmodell einer Bremsscheibe an dem Reifen ist.

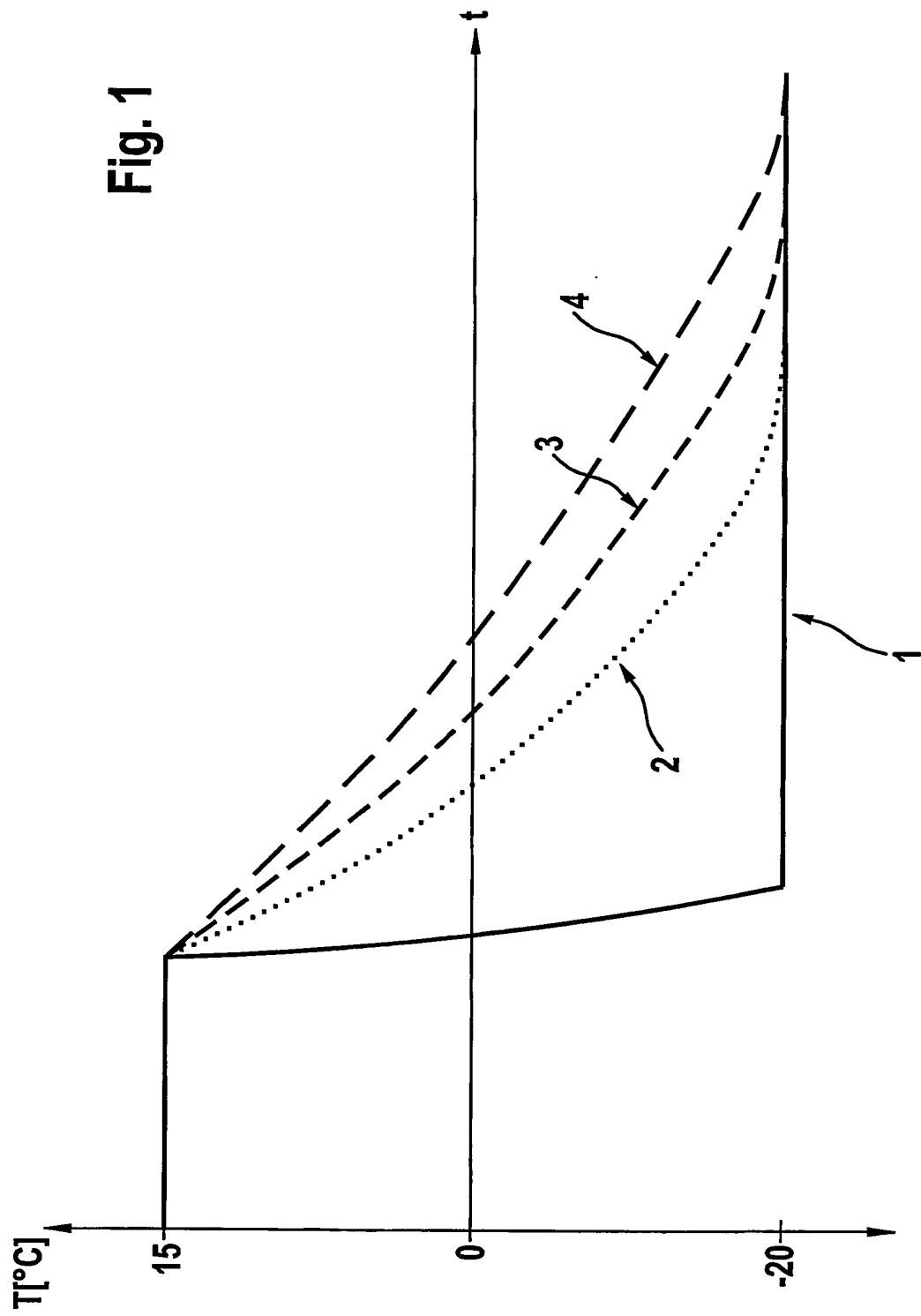
9. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass mit der ermittelten Gastempera-  
tur ein für den Reifen ermittelter Druckwert korrigiert  
wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckwert mittels eines in  
dem Reifen angeordneten Drucksensors ermittelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Druckwert anhand des Ab-  
rollumfangs bzw. einer Drehzahlinformation des Reifens er-  
mittelt wird.

1/2

Fig. 1



2/2

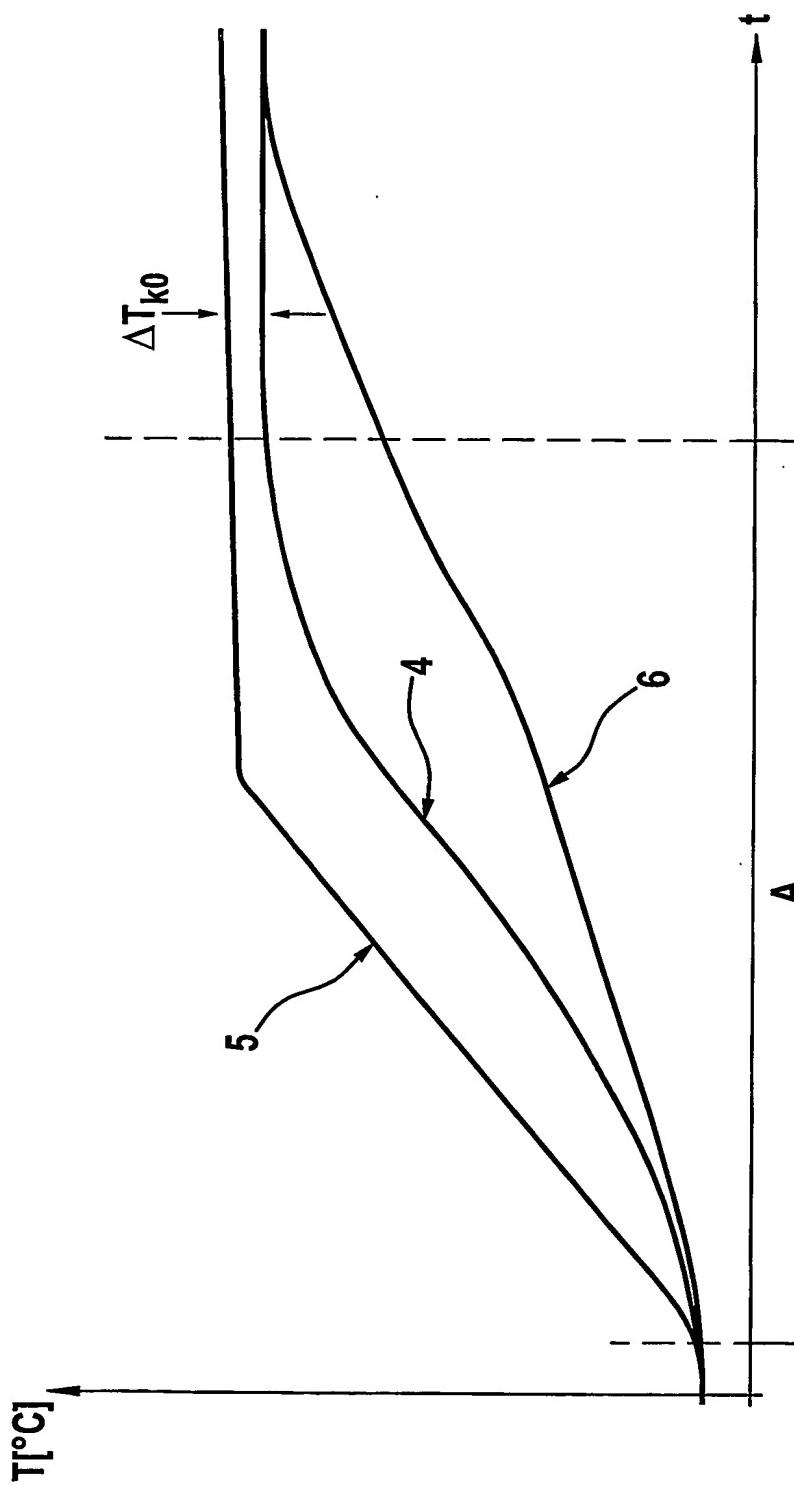


Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internationa  
cation No  
PCT/EP 03/02064

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60C23/04 B60C23/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 38 42 723 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 21 June 1990 (1990-06-21) page 1, line 24 - line 30 page 2, line 16 - line 38 claim 11; figure	1-3, 5, 10
X	DE 100 29 282 A (BOSCH GMBH ROBERT) 20 December 2001 (2001-12-20) paragraphs '0016!, '0020!, '0044!, '0045!; claim 4; figure 2	1, 5, 6, 9, 10
A	WO 01 25034 A (POLLACK RICHARD STEPHEN ;ESCHBACH ELYSE KRISTEN (US); GOODYEAR TIR) 12 April 2001 (2001-04-12) page 7, line 28 -page 8, line 10 page 17, line 28 - line 32	1 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

### ° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June 2003

Date of mailing of the international search report

30/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Peschel, W

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat[redacted]cation No  
PCT/EP 03/02064

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 780 733 A (MEUNIER ANDRE) 14 July 1998 (1998-07-14) column 1, line 65 -column 2, line 37 -----	1,5

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP 03/02064

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 3842723	A	21-06-1990	DE 3842723 A1 DE 58906902 D1 EP 0374770 A1 US 5050110 A		21-06-1990 17-03-1994 27-06-1990 17-09-1991
DE 10029282	A	20-12-2001	DE 10029282 A1 FR 2810397 A1 JP 2002054982 A US 2002019685 A1		20-12-2001 21-12-2001 20-02-2002 14-02-2002
WO 0125034	A	12-04-2001	WO 0125034 A1 AU 6168899 A BR 9917512 A EP 1222080 A1 JP 2003511287 T US 6498991 B1 US 6255940 B1		12-04-2001 10-05-2001 18-06-2002 17-07-2002 25-03-2003 24-12-2002 03-07-2001
US 5780733	A	14-07-1998	FR 2745755 A1 DE 69717697 D1 EP 0794074 A1 JP 9328005 A		12-09-1997 23-01-2003 10-09-1997 22-12-1997

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Patentzeichen  
PCT/EP 03/02064

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 B60C23/04 B60C23/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B60C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 38 42 723 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 21. Juni 1990 (1990-06-21) Seite 1, Zeile 24 – Zeile 30 Seite 2, Zeile 16 – Zeile 38 Anspruch 11; Abbildung ---	1-3, 5, 10
X	DE 100 29 282 A (BOSCH GMBH ROBERT) 20. Dezember 2001 (2001-12-20) Absätze '0016!, '0020!, '0044!, '0045!; Anspruch 4; Abbildung 2 ---	1, 5, 6, 9, 10
A	WO 01 25034 A (POLLACK RICHARD STEPHEN ; ESCHBACH ELYSE KRISTEN (US); GOODYEAR TIR) 12. April 2001 (2001-04-12) Seite 7, Zeile 28 –Seite 8, Zeile 10 Seite 17, Zeile 28 – Zeile 32 ---	1 -/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- \*'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*'Z' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
17. Juni 2003	30/06/2003
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Peschel, W

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat... Patentzeichen  
PCT/EP 03/02064

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 780 733 A (MEUNIER ANDRE) 14. Juli 1998 (1998-07-14) Spalte 1, Zeile 65 -Spalte 2, Zeile 37 -----	1,5

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Patentanzeichen

PCT/EP 03/02064

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3842723	A	21-06-1990	DE 3842723 A1 DE 58906902 D1 EP 0374770 A1 US 5050110 A		21-06-1990 17-03-1994 27-06-1990 17-09-1991
DE 10029282	A	20-12-2001	DE 10029282 A1 FR 2810397 A1 JP 2002054982 A US 2002019685 A1		20-12-2001 21-12-2001 20-02-2002 14-02-2002
WO 0125034	A	12-04-2001	WO 0125034 A1 AU 6168899 A BR 9917512 A EP 1222080 A1 JP 2003511287 T US 6498991 B1 US 6255940 B1		12-04-2001 10-05-2001 18-06-2002 17-07-2002 25-03-2003 24-12-2002 03-07-2001
US 5780733	A	14-07-1998	FR 2745755 A1 DE 69717697 D1 EP 0794074 A1 JP 9328005 A		12-09-1997 23-01-2003 10-09-1997 22-12-1997